

#2



PATENT  
25484.00742

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

**In re patent application of**

**Applicant(s): Ryo KAMIYA, et al.**

**Serial No.: Currently unknown**

**Filed: Concurrently herewith**

**Title: DEVICE AND METHOD FOR  
PROCESSING TONE DATA BY  
CONTROLLING SAMPLING RATE**

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No. 10-218187,  
filed July 31, 1998, from which priority is claimed under 35 U.S.C. 119 and Rule 55b.  
Acknowledgement of the priority document is respectfully requested to ensure that the subject  
information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: July 28, 1999

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "David B. Abel", written over a horizontal line.

David B. Abel  
Attorney for Applicant(s)  
Registration No. 32,394

**GRAHAM & JAMES LLP**  
801 S. Figueroa St., 14th Floor  
Los Angeles, CA 90017-5554  
Tel: (213) 624-2500

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JCS84 U.S. PTO  
09/362941  
07/28/99

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年 7月31日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第218187号

出 願 人

Applicant (s):

ヤマハ株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

1999年 6月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

山 佐 建 彦



【書類名】 特許願

【整理番号】 C27169

【提出日】 平成10年 7月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G10F 1/02

【発明の名称】 楽音データ処理装置およびコンピュータシステム

【請求項の数】 5

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

    【氏名】 神谷 了

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

    【氏名】 富永 聡

【特許出願人】

    【識別番号】 000004075

    【氏名又は名称】 ヤマハ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100098084

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 川▲崎▼ 研二

【選任した代理人】

    【識別番号】 100104798

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 山下 智典

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 038265

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 楽音データ処理装置およびコンピュータシステム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波形データに基づいて楽音データを生成する楽音データ処理装置において、

前記波形データのサンプリングレートを、予め用意された複数の内部サンプリングレートの中から選択したサンプリングレートに変換する第 1 のサンプリングレート変換手段と、

この第 1 のサンプリングレート変換手段の出力データに対して演算処理を実行する演算手段と、

この演算手段の出力データを予め定められた出力サンプリングレートに変換して楽音データを生成する第 2 のサンプリングレート変換手段と

を備えたことを特徴とする楽音データ処理装置。

【請求項 2】 前記第 1 のサンプリングレート変換手段は、前記波形データのサンプリングレートと予め用意された複数のサンプリングレートとを比較し、その比較結果に基づいて、前記波形データのサンプリングレートよりも高く、且つ最も近い内部サンプリングレートに従って前記波形データを変換する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の楽音データ処理装置。

【請求項 3】 記憶装置に記憶された波形データに基づいて、楽音データを出力サンプリングレートとは非同期に一括して生成する楽音データ処理装置であって、

前記記憶装置から一括して読み出された前記波形データを記憶する入力バッファ手段と、

前記入力バッファ手段から前記波形データを読み出して前記第 1 のサンプリングレート変換手段に供給する第 1 の読出手段と、

前記第 2 のサンプリングレート変換手段の出力データを記憶する出力バッファ手段と、

前記出力バッファ手段から前記出力サンプリングレートに従って楽音データを読み出す第 2 の読出手段と

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の楽音データ処理装置。

【請求項 4】 複数チャンネルの波形データに基づいて、同時に複数音の発音を指示する楽音データを生成する請求項 3 に記載の楽音データ処理装置であって、

前記第 2 のサンプリングレート変換手段によって各チャンネルの楽音データが生成されるたびに前記出力バッファ手段に記憶されている前記楽音データを読み出し、読み出した楽音データと新たに生成された楽音データとを累算して、累算結果によって前記出力バッファ手段の記憶内容を更新する累算手段を

さらに備えることを特徴とする楽音データ処理装置。

【請求項 5】 請求項 3 または 4 に記載の楽音データ処理装置を実施するコンピュータシステムであって、

前記記憶装置はコンピュータシステムのメインメモリであることを特徴とするコンピュータシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、処理負荷を軽減するのに好適な楽音データ処理装置およびコンピュータシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年のパーソナルコンピュータでは、音源 L S I を搭載して各種のサウンド処理を行うものが多い。音源 L S I の代表的な処理としては、制御データと波形データとに基づいて楽音データを再生する再生処理がある。波形データは楽器の演奏音を所定のレートでサンプリングして得られたものであり、制御データは、音色、再生ピッチおよび音量等を指示する。サウンド処理機能を有するパーソナルコンピュータは、通常、装置全体を O S に従って制御する C P U、音源 L S I、制御データおよび波形データあるいは他のアプリケーションプログラムを格納するメインメモリ、各構成部分を接続しデータの授受を行うためのバス等から構成されている。

## 【0003】

音源LSIは、処理を行うために必要なデータをメインメモリからバスを介して取得しなければならないが、バスを長時間占有すると、他のアプリケーションがバスを使用する時間が短くなる。この結果、コンピュータシステム全体としてみると、円滑な動作に支障をきたすことになる。このため、音源LSIは出力サンプリング周波数(DACレート)を48KHzで256サンプル出力するのに要する時間(5.3ms)を1フレーム(FRAME)とするフレーム単位で一括して楽音データを生成しており、コンピュータシステムは1フレームの処理に必要なデータを一括してメインメモリから音源LSIにバースト転送している。

## 【0004】

図5は従来の音源LSIにおける主要部の機能ブロック図である。なお、この例では、複数の音色が同時発音可能であるものとし、各音色に対応する処理をチャンネル(ch)と呼ぶことにする。

この音源LSIに入力される波形データWDのサンプリングレートには、44.1KHz, 22.05KHz, 11.025KHz, 8KHzといったように各種のものがあるが、ピッチ処理PTでは、波形データWDにピッチ変換を施して、出力サンプリングレート(48KHz)に対応する波形データWD'を生成している。この際、サンプリングレート変換とピッチシフトとを同時に行っている。例えば、あるチャンネルの波形データWDにおいて、そのサンプリングレートが8KHzであり、それをピッチシフトなしで再生する場合は、1フレーム当たり約44サンプルの波形データWDが転送されることになるが、ピッチ処理PTではピッチ変換によってそのサンプル数を256に変換している。

## 【0005】

次に、フィルタ処理FILにおいて波形データWD'に2次のIIRフィルタ処理を施した後、その出力データにアンプ処理AMPを施して音量を調整する。次に、ミキサ処理MIXにおいて、生成された楽音データを内部バッファに格納する。

以上の処理において、まず、チャンネルch1の256サンプルを作成する。次にチャンネルch2について同様に256サンプルを作成しチャンネルch1の256サンプルと対応したサンプル同士加算して累算された256サンプルを

得る。このような処理を複数チャンネル分繰り返し、最終的に複数チャンネル分を累算した256サンプルを得る。上記処理は各フレームで繰り返し行われる。これにより、複数チャンネルの楽音データを累算し、複数同時発音を可能としている。

#### 【0006】

このように従来の音源LSIにおいては、フィルタ処理FILやアンプ処理AMP等の内部処理を実行するに先だって、ピッチ処理PTにより、1フレーム当たりのサンプル数を出力サンプリングレートに対応するサンプル数に変換し、内部処理を出力サンプリングレートで実行するようにしていた。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、1フレーム期間に処理すべきサンプル数が増加すると、音源LSIの処理負荷はそれだけ重くなる。上述した従来の音源LSIでは、波形データWDのサンプリングレートを出力サンプリングレートまで上げて、サンプリングレートを揃えた後に内部処理を実行するので、音源LSIの処理負荷が重くなっていた。

#### 【0008】

一方、コンピュータシステムで行われるサウンド処理では、臨場感に溢れる音響を実現するために、いわゆる3Dサウンドポジショニング処理が行われることがある。この処理は、音源から左右の耳までの頭部伝達関数HRTF (Head Related Transfer Function) を、音源の座標と対応付けて予め測定しておき、音源の座標が変化するのに応じて、頭部伝達関数HRTFの係数（以下、HRTF係数と呼ぶ）を動的に変化させるものである。これにより、例えば、ゲームソフトにおいて、飛行機が左から右に飛び去っていくようなシーンで、効果音の音源位置を左から右に移動させることが可能となる。このため、3Dサウンドポジショニング処理を音源LSIで実行したいといった要求がある。また、リバーブやコーラスあるいはバリエーションといった音響効果を付与するエフェクト処理を音源LSIで実行したいといった要求がある。



## 【0009】

しかしながら、3Dサウンドポジショニング処理やエフェクト処理を音源LSIに取り込むと、音源LSIの処理負荷がさらに増大することになり、それに対応すると著しくコストがアップしていた。そこで、従来のコンピュータシステムでは3Dサウンドポジショニング処理やエフェクト処理といった処理負荷が重いものは、CPUで実行していた。

## 【0010】

ここで、音源LSIの処理負荷を軽減するために、波形データWDに対してフィルタ処理FILやアンプ処理AMP等を直接施し、最後にピッチ処理PTを実行して、波形データWDのサンプリングレートを出力サンプリングレートまで上げることも考えられる。

しかしながら、この場合には、フィルタ処理FILに用いる係数データの組を波形データWDのサンプリングレートの種類だけ予め用意しておき、入力される波形データWDに応じてこれを切り換える必要がある。また、3Dポジショニング処理やエフェクト処理といった新しい機能を音源LSIに取り込むものとするれば、予め用意する係数データが更に増加するといった問題がある。

## 【0011】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、処理負荷を軽減しつつ、性能の向上を図った楽音データ処理装置およびコンピュータシステムを提供することを目的とする。

## 【0012】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため請求項1に記載の発明にあつては、波形データに基づいて楽音データを生成する楽音データ処理装置において、前記波形データのサンプリングレートを、予め用意された複数の内部サンプリングレートの中から選択したサンプリングレートに変換する第1のサンプリングレート変換手段と、この第1のサンプリングレート変換手段の出力データに対して演算処理を実行する演算手段と、この演算手段の出力データを予め定められた出力サンプリングレートに変換して楽音データを生成する第2のサンプリングレート変換手段とを備えた

ことを特徴とする。

【0013】

また、請求項2に記載の発明にあつては、前記第1のサンプリングレート変換手段は、前記波形データのサンプリングレートと予め用意された複数のサンプリングレートとを比較し、その比較結果に基づいて、前記波形データのサンプリングレートよりも高く、且つ最も近い内部サンプリングレートに従って前記波形データを変換することを特徴とする。

【0014】

また、請求項3に記載の発明にあつては、記憶装置に記憶された波形データに基づいて、楽音データを出力サンプリングレートとは非同期に一括して生成する楽音データ処理装置であつて、前記記憶装置から一括して読み出された前記波形データを記憶する入力バッファ手段と、前記入力バッファ手段から前記波形データを読み出して前記第1のサンプリングレート変換手段に供給する第1の読出手段と、前記第2のサンプリングレート変換手段の出力データを記憶する出力バッファ手段と、前記出力バッファ手段から前記出力サンプリングレートに従って楽音データを読み出す第2の読出手段とを備えることを特徴とする。

【0015】

また、請求項4に記載の発明にあつては、複数チャンネルの波形データに基づいて、同時に複数音の発音を指示する楽音データを生成する楽音データ処理装置であつて、前記第2のサンプリングレート変換手段によって各チャンネルの楽音データが生成されるたびに前記出力バッファ手段に記憶されている前記楽音データを読み出し、読み出した楽音データと新たに生成された楽音データとを累算して、累算結果によって前記出力バッファ手段の記憶内容を更新する累算手段をさらに備えることを特徴とする。

【0016】

また、請求項5に記載の発明にあつては、前記楽音データ処理装置を実施するコンピュータシステムであつて、前記記憶装置はコンピュータシステムのメインメモリであることを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】

1. コンピュータシステムの全体構成

以下、図面を参照しつつ、本発明に係わる一実施形態であるコンピュータシステムの構成を説明する。図1は本実施形態に係わるコンピュータシステムのブロック図である。

【0018】

図において、CPU20は、バス60を介して各構成部分に接続されており、コンピュータシステムA全体を制御する。RAM30はメインメモリに相当する読み書き可能なメモリであって、CPU20の作業領域として機能する。また、ROM40は読出専用のメモリであって、そこにはブートプログラム等が格納されている。また、ハードディスク50は、二次記憶装置に相当し、そこにはアプリケーションプログラムやデバイスドライバDDやマイクロプログラムMP等のプログラム、および制御データCDや波形データWDといった各種のデータが格納されている。そして、これらのプログラムやデータは必要に応じてRAM30にロードされるようになっている。

【0019】

ここで、制御データCDは、音色情報（当該音色に対応する波形データWDが格納されているアドレス）、ピッチ情報、音量情報の他、対応する波形データWDのサンプリングレートを指示するサンプリングレート情報が含まれている。また、波形データWDは、例えば、ギターやピアノといった各種の音色に対応する楽器によって実際に発音させた楽音等をサンプリングして得られたデータである。各種の波形データWDが記憶されるRAM30の記憶領域は周知のウェーブテーブルを構成している。

【0020】

また、OSの起動時にデバイスドライバDD、マイクロプログラムMP、および波形データWD等がバス60を介してRAM30に転送されるとともに、上位のアプリケーションによって指示される制御データCDが必要に応じてRAM30に転送される。また、RAM30に格納されたマイクロプログラムMPは音源LSI10

に転送される。バス 60 としては、大量のデータを高速転送できるものであればその種類は問わないが、この例にあっては、バースト転送モードを備えた P C I バス (Peripheral Component Interconnect Bus) を用いるものとする。

【0021】

ここで、波形データWDは、ハードディスク50に格納されているデータの中から使用頻度の高い音色に対応するものが選択されRAM30に記憶され、必要に応じてRAM30とハードディスク50との間で波形データWDのやり取りが行われる。また、RAM30において、波形データWDは物理アドレスが連続する連続直線領域に格納されるようになっている。物理アドレスが不連続であると、論理アドレスから物理アドレスを算出する必要があるため、これを回避してOSの負荷を軽減するためである。

【0022】

## 2. 音源ボードの構成

次に、図1に示す音源ボード100は、図示せぬ拡張スロットに装着されるようになっており、そこには、再生楽音データSDを生成する音源LSI10と再生楽音データSDをアナログ信号に変換して再生楽音信号Sを出力するDAC (Digital/Analog Converter) 16が設けられている。再生楽音データSDを再生する処理は、フレームと呼ばれる一定のサンプリング数単位で一括して行われるようになっており、この例では、再生楽音データSDを出力サンプリングレート (48 KHz) で256サンプルだけ出力する期間 (5.3 ms) を1フレームとし、これをさらに4分割したサブフレーム単位で音源LSI10は一括処理を行っている。また、音源LSI10は複数音 (例えば64チャンネル) を同時発音する再生楽音データSDを再生できるようになっている。

【0023】

あるサブフレームの再生楽音データSDを得るに当たって、音源LSI10は、まず、出力サンプリングレートに換算してサブフレーム分のサンプルを再生するのに必要な波形データWDをP C I バス60を介してRAM30から一括して取り込む。例えば、Nチャンネルの同時発音を行うものとするれば、波形データWD1~WDNが取り込まれる。各チャンネルのサンプル数は、波形データWD1~WDNの各サン

プリングレートに応じて異なる。例えば、波形データWD1のサンプリングレートが8KHzであり、ピッチシフトなしで再生するとすれば、サブフレーム当たりのサンプル数は8となるので、8個の波形データWD1が取り込まれることになる。

#### 【0024】

この取り込みは、先頭アドレスとサンプル数とを指定することでバースト転送により行われる。すなわち、RAM30の波形データWD内の所定の連続領域が切り出されて音源LSIに一括して転送されることになる。音源LSIは取り込まれたサンプルに基づきチャンネルch1の64サンプル（1サブフレームに相当）を作成する。次にチャンネルch2について同様に64サンプルを作成しチャンネルch1の64サンプルと対応したサンプル同士加算して累算された64サンプルを得る。このような処理をNチャンネル分繰り返し、最終的にNチャンネル分を累算した64サンプルを得る。上記処理は各サブフレームで繰り返し行われるが、あるサブフレームで生成された64サンプルは次のフレームで出力サンプリングレートに従ってDAC16へ転送される。

#### 【0025】

##### 2-1：音源LSI

音源LSI10は、制御部11、PCIバスインターフェース12、入力バッファ13、演算部14および出力バッファ15から構成される。まず、制御部11はRAM30から転送されるマイクロプログラムMPをその内部に設けられたメモリ（図示略）に記憶し、マイクロプログラムMPに従って音源LSI10の各部を制御する命令iを発行する。次に、PCIバスインターフェース12は、バスマスタ機能を有している。このため、音源LSI10は、CPU20を介することなくRAM30から制御データCDや波形データWD等を直接読み出すことが可能である。

#### 【0026】

##### 2-1-1：入力バッファ

次に、入力バッファ13は、PCIバスインターフェース12を介してバースト転送される波形データWDを一旦記憶する。この入力バッファ13は2個のバッ

ファ 131, 132 から構成されており、一方にデータを書き込んでいる期間に他方からデータを出力するダブルバッファとして構成されている。ここで、制御部 11 は、制御データ CD の音色情報に基づいてこれに対応する波形データ WD の種類を特定する。例えば、制御データ CD の音色情報がバイオリンを指示するのであれば、バイオリンの波形データ WD が特定される。

【0027】

#### 2-1-2：演算部

次に、演算部 14 は、チャンネル毎に各種の演算をマイクロプログラム MP に従って時分割で実行できるように構成されており、その内部には Lch 用バッファ 141、Rch 用バッファ 142、および第 1～第 3 のエフェクトバッファ 143～145 を備えている。ここで、Lch 用バッファ 141 と Rch 用バッファ 142 は、ステレオ形式の楽音データを再生する場合に用いられ、また、第 1～第 3 のエフェクトバッファ 143～145 は、後述するポスト処理 POST の一部であるエフェクト処理 EF を実行する場合に使用される。なお、この例では、リバーブ、コーラス、バリエーションといった 3 種類のエフェクト処理 EF を実行するため、エフェクト処理用に 3 個のバッファを用意したが、4 種類以上のエフェクト処理 EF を行うのであれば、その種類に応じた数のバッファを用意すれば良い。

この演算部 14 の演算処理には、ピッチ処理 PT、フィルタ処理 FIL、アンプ処理 AMP、ミキサ処理 MIX、およびポスト処理 POST がある。ここでは、各処理を機能モジュールとして捉え、図 2 に示す機能ブロック図を参照しつつ、演算部 14 を説明する。

【0028】

##### 2-1-2-1：ピッチ処理

まず、ピッチ処理 PT では、制御データ CD のサンプリングレート情報及びピッチ情報に基づいて、波形データ WD にピッチ変換を施して、そのサンプリングレートを予め定められた複数の内部サンプリングレートから選択したものに交換して、波形データ WD' を生成する処理が実行される。この場合、内部サンプリングレートとしては各種のものが考えられるが、この例にあっては、48 KHz, 42 KHz, 36 KHz, 30 KHz, 24 KHz が用意されている。内部サンプリン

グレートを選択は、サンプリングレート情報と各内部サンプリングレートを比較し、その比較結果に基づいて、サンプリングレート情報より高く、且つ、最も近い内部サンプリングレートが選択されるようになっている。

【0029】

具体的には、サンプリングレート情報が示す波形データWDのサンプリングレートを  $F_s$  としたとき、以下のように内部サンプリングレートが選択される。

①  $F_s \leq 24 \text{ KHz}$  であるならば、内部サンプリングレートは  $24 \text{ KHz}$  となる。

②  $24 \text{ KHz} < F_s \leq 30 \text{ KHz}$  であるならば、内部サンプリングレートは  $30 \text{ KHz}$  となる。

③  $30 \text{ KHz} < F_s \leq 36 \text{ KHz}$  であるならば、内部サンプリングレートは  $36 \text{ KHz}$  となる。

④  $36 \text{ KHz} < F_s \leq 42 \text{ KHz}$  であるならば、内部サンプリングレートは  $42 \text{ KHz}$  となる。

⑤  $42 \text{ KHz} < F_s \leq 48 \text{ KHz}$  であるならば、内部サンプリングレートは  $48 \text{ KHz}$  となる。

【0030】

サンプリングレート情報より高い内部サンプリングレートを選択するようにしたのは、低い内部サンプリングレートを選択すると、ピッチ変換を行う際に波形データWDのサンプルを間引くことにより、波形データWDが本来有している情報が失われてしまい、再生楽音データSDの品質が劣化してしまうが、高い内部サンプリングレートを選択すれば、そのようなことがなく、波形データWDが本来有するすべての情報をピッチ変換後の波形データWD' に承継させることができるからである。

【0031】

また、最も近い内部サンプリングレートを選択するようにしたのは、以下の理由による。上述したように再生楽音データSDの品質に鑑みると、内部サンプリングレートはサンプリングレート情報に比較して高く設定する必要があるが、サンプリングレートを上げると、サブフレーム期間中に処理するサンプル数が増加し

、音源LSI10の処理負荷が重くなる。このため、音源LSI10の処理負荷を軽減するためには、できる限り低い内部サンプリングレートに変換する必要がある。そこで、最も近い内部サンプリングレートを選択したのである。

【0032】

このように、サンプリングレート情報より高く、且つ、最も近い内部サンプリングレートを選択するようにしたので、再生楽音データSDの品質を損なうことなく、音源LSI10の処理負荷を軽減することが可能となる。

【0033】

2-1-2-2：フィルタ処理

次に、フィルタ処理FILには、2次のIIRフィルタ処理IIRと、3Dサウンドポジショニングを行うための頭部伝達関数を計算する頭部伝達関数処理HRTFとがある。ここで、IIRフィルタ処理IIRは、音源LSI10をシンセサイザーとして用いる場合などに微妙な音色変調効果を与えるために用いるもので、フィルタの係数データが時間とともに動的に変化している。

【0034】

また、3Dサウンドポジショニングにおいては、仮想音源から左右の耳までの頭部伝達関数を、音源の座標と対応付けて予め測定しておき、仮想音源の座標が変化するのに応じて、頭部伝達関数の係数を動的に変化させることが行われる。この場合、頭部伝達関数処理HRTFは、図3に示すようなFIRフィルタと等価である。この図において $h_0 \sim h_{k-1}$ は、HTRF係数であって仮想音源の座標によって動的に変化する。

【0035】

そこで、フィルタ処理FILにおいては、IIRフィルタ処理IIRおよび頭部伝達関数処理HRTFを実行するために必要な係数データを予め格納しておいた内部メモリから係数データを読み出し、これに基づいて演算を実行する。ここで、上述したピッチ処理PTを行わずに、波形データWDにフィルタ処理FILを直接実行するものとするれば、波形データWDが取り得るサンプリングレートの種類に応じた係数データを内部メモリに格納する必要があるため、大容量の内部メモリが必要となる。しかしながら、この例にあっては、ピッチ変換によって5種類の内部サンプリ



ングレートのうちいずれかに変換されるから、係数データとしては、各内部サンプリングレートに対応して5組を用意しておけば足りる。

#### 【0036】

##### 2-1-2-3：アンプ処理

次に、アンプ処理AMPは、制御データCDの音量情報に基づいて、フィルタ処理FILが施された波形データWD'に対して音量情報に対応する係数を乗算して、音量が調整された波形データWD'を生成する。

#### 【0037】

##### 2-1-2-4：ミキサ処理

次に、ミキサ処理MIXでは、ピッチ処理PT、フィルタ処理FIL、およびアンプ処理AMPによって生成された各チャンネルの楽音データをLch用バッファ141、Rch用バッファ142、および第1～第3のエフェクトバッファ143～145に振り分けて格納している。各バッファに楽音データを格納する際には、そこに格納されている楽音データを読み出して、新たに生成された楽音データと加算して格納している。

#### 【0038】

例えば、チャンネルch1～ch5の楽音データにコーラス効果を付与するものとし、このために第1のエフェクトバッファ143を使用し、内部処理は36KHzの内部サンプリングレート（サブフレーム当たり48サンプル）に従って動作する場合を考える。この場合には、まず、チャンネルch1の48サンプルが生成され第1のエフェクトバッファ143に格納される。次に、チャンネルch2の48サンプルが順次生成されると、これに同期してチャンネルch1の48サンプルを順次読み出し、チャンネルch2とチャンネルch1の48サンプルを加算して、再び第1のエフェクトバッファ143に格納する。これをチャンネルch5まで繰り返すことによって、チャンネルch1～ch5の楽音データが累算される。

#### 【0039】

ただし、ミキサ処理MIXの累算は、同じ内部サンプリングレートのチャンネル間でのみ行われ、異なる内部サンプリングレート間では行われない。異なる内部

サンプリングレート間の楽音データの合成は、後述するようにポスト処理POST中の周波数変換処理FSCが行われた後、出力バッファに書き込む際に実行される。

#### 【0040】

##### 2-1-2-5：ポスト処理

次に、ポスト処理POSTでは、クロストークキャンセル処理XTC、エフェクト処理EF、および周波数変換処理FSCが行われる。

このクロストークキャンセル処理XTCは、3Dサウンドポジショニング処理の一部であって、フィルタ処理FILで説明した頭部伝達関数処理HTRFと対の関係にある。頭部伝達関数処理HTRFによって生成される波形データは、左右の耳に直接入力されることを前提としている。したがって、ヘッドホンのように発音手段が左右の耳に近接しており、一方の発音手段からの発音が、片方の耳だけで聞かれる場合は問題ないが、LチャンネルとRチャンネルのスピーカを視聴者の前方に設置すると、片方のスピーカの発音によって、両方の耳に音が入力されてしまいクロストークが生じる。クロストークキャンセル処理XTCは、Lch用バッファ141とRch用バッファ142に各々格納された楽音データに基づいて、クロストークを聴感上なくすように補正を施す処理である。

#### 【0041】

また、エフェクト処理EFは、リバーブ、コーラス、バリエーションといった音響効果を付与する処理であって、エフェクト処理用に用意した第1～第3のエフェクトバッファ143～144に格納された楽音データに基づいて実行される。なお、リバーブ処理においては、比較的長い遅延を使ったオールパスフィルタ処理、込むフィルタ処理等が行われる。その際、エフェクトバッファに格納した楽音データを一旦RAM30に転送し、しかるべき遅延時間の後に再度取り込むことにより、音源LSI10のコストを更に下げることが可能となる。

#### 【0042】

ところで、この例における内部サンプリングレートは、ピッチ処理PTによって、48KHz、42KHz、36KHz、30KHz、または24KHzのうちの一つに選択されることは、上述した通りである。一方、ミキサ処理MIXによって累算された楽音データは、ある内部サンプリングレートにおける楽音データに

ついて実行される。したがって、異なる内部サンプリングレートの楽音データ間でデータを合成するためには、サンプリングレートを揃える必要がある。周波数変換処理FSCはこのために行われる処理であって、そこでは、楽音データの合成を行うために、各種の内部サンプリングレートで生成された楽音データを一定のサンプリングレートの楽音データに周波数変換している。この場合、出力サンプリングレートと異なるサンプリングレートに変換すると、再度、出力サンプリングレートに変換する必要があるため、この例にあっては、各内部サンプリングレートを出力サンプリングレート（48KHz）に変換している。ただし、内部サンプリングレートが出力サンプリングレートに一致する場合には、周波数変換処理を実行しない。

【0043】

#### 2-1-3：出力バッファ

次に、出力バッファ15は、第1のLchバッファ151、第1のRchバッファ152、第2のLchバッファ153、第2のRchバッファ154から構成されている。第1のL,Rchバッファ151,152に再生楽音データSDを書き込んでいる期間に第2のL,Rchバッファ153,154から再生楽音データSDを出力する。また、その逆に第2のL,Rchバッファ153,154に再生楽音データSDを書き込んでいる期間に第1のL,Rchバッファ151,152から再生楽音データSDを出力する。ここで、出力バッファ15に楽音データを書き込む際には、書込を行うバッファから、そこに格納されている楽音データを読み出し、読み出された楽音データと生成された楽音データとを加算して当該バッファに書き込むことによって累算を行っている。

【0044】

この場合、上述した周波数変換処理FSCによって、内部バッファから読み出される楽音データの内部サンプリングレートは出力サンプリングレートに変換されているので、出力バッファ15には出力サンプリングレートに変換された再生楽音データSDが格納されていく。そして、出力バッファ15からは、出力サンプリングレート（48KHz）に従って再生楽音データSDが読み出されると、再生楽音データSDは、DAC16によってデジタル信号からアナログ信号に変換され再

生楽音信号 S として外部に出力される。

【0045】

### 3. 実施形態の動作例

次に、図面を参照しつつ、本実施形態に係わるコンピュータシステム A における再生楽音データ SD を生成する動作例を説明する。

図 4 は、音源 L S I の動作チャネルのフローを示す説明図である。なお、この例にあっては、チャンネル  $c h 1 \sim c h K+2$  を 3 D サウンドポジショニング用に使用し、チャンネル  $c h K+3 \sim c h N$  を波形データ WD の再生処理に用いるものとする。

まず、上位アプリケーションからの発音指令に従って、デバイスドライバ DD が制御データ CD を音源 L S I 10 の制御部 11 に渡すと、制御データ CD の音色情報に基づいて転送すべきデータが特定される。制御部 11 が P C I バスインターフェース 12 に対して転送データを指示すると、P C I バスインターフェース 12 はバスマスタとして機能し、R A M 30 から当該データを読み出して、入力バッファ 13 にバースト転送する。

【0046】

ここでは、チャンネル  $c h 1 \sim c h K$  が 24 K H z 以下のサンプリングレートでサンプリングされた波形データ WD1 ~ WDK、チャンネル  $c h K+1, c h K+2$  が 48 K H z でサンプリングされた波形データ WDK+1, WDK+2、チャンネル  $c h K+3 \sim c h N$  が 33.075 K H z でサンプリングされた波形データ WDK+3 ~ WDN を各々対象として処理を行うものとする。

【0047】

まず、ステップ S1 ~ SK では、24 K H z 以下の波形データ WD1 ~ WDK を処理対象とするので、ピッチ処理 PT によってピッチ変換が行われる。図に示すようにチャンネル  $c h 1$  は 8 K H z、チャンネル  $c h 2$  は 11.025 K H z、チャンネル  $c h K$  は 22.05 K H z のサンプリングレートを有するが、ピッチ処理 PT によって、内部サンプリングレートが 24 K H z に統一されることになる。

【0048】

この後、頭部伝達関数処理 HRTF、アンプ処理 AMP、およびミキサ処理 MIX が実行

される。このミキサ処理MIXでは、Lch用バッファ141およびRch用バッファ142を用いて楽音データの累算が行われる。ここで、アンプ処理AMPがなされた各チャンネルの楽音データをSD1～SDNで表すものとすれば、ステップS1のミキサ処理MIXではSD1+SD2を行い、ステップSKのミキサ処理MIXでは、ステップSK-1までに累算されたSD1+SD2+…SDK-1とSDKとを加算する処理が行われる。このように累算を行うことができるのは、ピッチ処理PTによって、内部サンプリングレートを24KHzに統一しているからである。こうして、24KHzの内部サンプリングレートで行われる処理が終了すると、周波数変換処理FSCを実行して、Lch用バッファ141およびRch用バッファ142に格納されている楽音データのサンプリングレートを出力サンプリングレートに変換し、これらを出力バッファ15に転送する（ステップSK+1）。

## 【0049】

次に、ステップSK+2,SK+3においては、チャンネルchK+1,chK+2を処理するが、これらのチャンネルは、48KHzでサンプリングされた波形データWDK+1,WDK+2を対象とする。このため、周波数変換処理FSCは省略され、ピッチシフトに伴うピッチ処理PTと頭部伝達関数処理HRTF、アンプ処理AMP、およびミキサ処理MIXのみが行われる。なお、この場合には、出力サンプリングレートに従って内部処理が行われるので、ミキサ処理MIXでは、出力バッファ15に格納されている楽音データとの間で累算を行う。ここで、演算部14が第1のL,Rchバッファ151,152にアクセスするものとすれば、ステップSK+4で行われるクロストークキャンセル処理XTCは、第1のL,Rchバッファ151,152に格納されている楽音データに基づいて行われ、その処理結果が再び第1のL,Rchバッファ151,152に格納される。

## 【0050】

3Dサウンドポジショニングに関する処理が終了すると、ステップSK+5に進む。ステップSK+5～ステップSN+4では、チャンネルchK+3～chNに関する処理が行われる。これらのチャンネルは、33.075KHzでサンプリングされた波形データWDK+3～WDNを処理対象とするので、まず、ピッチ処理PTにおいて内部サンプリングレートが36KHzに設定される。この後、IIRフィルタ処理IIR、

アンプ処理AMPおよびミキサ処理MIXが実行され、これに続いてエフェクト処理EFが実行される（ステップSN+3）。

#### 【0051】

こうして、チャンネルchK+3～chNの楽音データが合成され1サブフレーム当たり48サンプルのデータが生成されると、出力バッファ15に当該データを足し込むために、周波数変換処理FSCを実行する（ステップSN+4）。ここでは、内部サンプリングレートに従って得られた48サンプルのデータを64サンプルに変換する。これにより、生成された再生楽音データSDのサンプリングレートを出力バッファ16に格納されているデータのサンプリングレートと一致させることができる。これを出力バッファ15に足し込むことにより、内部サンプリングレートの異なる再生楽音データSDを合成することができる。

この結果、出力バッファ15の内部に、3Dサウンドポジショニング処理（内部サンプリングレート24KHz,48KHz）とエフェクト処理（内部サンプリングレート36KHz）が付与された再生楽音データSDが生成される。

#### 【0052】

以上の動作例において、ステップS1～SKでは24KHz、ステップSK+2,SK+3では48KHz、ステップSK+5～ステップSN+3では36KHzといったように複数の内部サンプリングレートで各チャンネルの処理が行われるが、内部サンプリングレートが出力サンプリングレートと一致する場合を除いて（SK+2,SK+3）、周波数変換処理FSCを行うようにしたので、異なる内部サンプリングレートの処理結果を累算することができる。また、この例では、同一の内部サンプリングレートとなるステップが連続するように各チャンネルの処理順序を設定したので、周波数変換処理FSCの回数を最小にすることができる。

#### 【0053】

### 4. 実施形態の効果

上述したように本実施形態によれば、ピッチ処理PTによって、サンプリングレート情報よりも高い内部サンプリングレートを選択するようにしたので、波形データWDが本来有するすべての情報をピッチ変換後の波形データWD'に承継させ、高品質の再生楽音データを得ることができる。

また、最も近い内部サンプリングレートを選択するようにしたので、サブフレーム期間中に処理するサンプル数を削減して音源 L S I 10 の処理負荷を軽減することができる。

さらに、周波数変換処理 FSC によって、内部サンプリングレートを出力サンプリングレートに変換するようにしたので、複数の内部サンプリングレートで音源 L S I 10 の内部処理を実行することができる。

この結果、従来の L S I と同一規模の音源 L S I 10 で、例えば、3 D サウンドポジショニング処理やエフェクト処理を内部に取り込むことができ、音源 L S I 10 の性能を向上させることが可能となる。

【0054】

【発明の効果】

上述したように本発明に係る発明特定事項によれば、楽音データを生成するのに、処理負荷を軽減しつつ、高度な演算処理を実行できる楽音データ処理装置およびコンピュータシステムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一本実施形態に係わるコンピュータシステムのブロック図である。

【図2】 同実施形態に係わる演算部の機能ブロック図である。

【図3】 同実施形態に係わる頭部伝達関数処理と等価な F I R フィルタのブロック図である。

【図4】 同実施形態に係わる音源 L S I の動作チャネルのフローを示す説明図である。

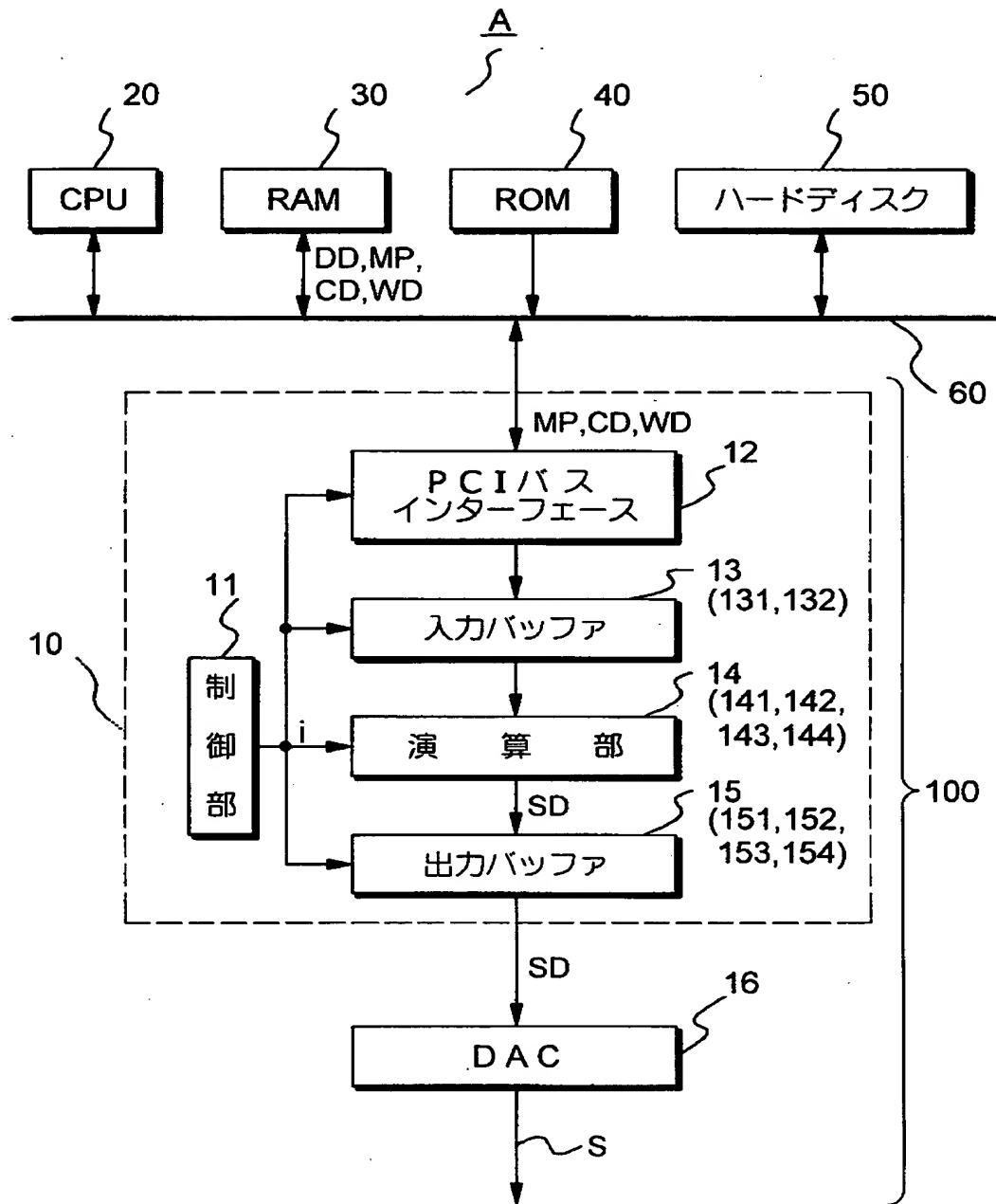
【図5】 従来の音源 L S I の主要部の機能ブロック図である。

【符号の説明】

10…音源 L S I (楽音データ処理装置)、14…演算部 (演算手段)、30…RAM (記憶装置)、WD…波形データ、SD…再生楽音データ (楽音データ)、PT…ピッチ処理 (第1のサンプリングレート変換手段)、FSC…周波数変換処理 (第2のサンプリングレート変換手段)、A…コンピュータシステム。

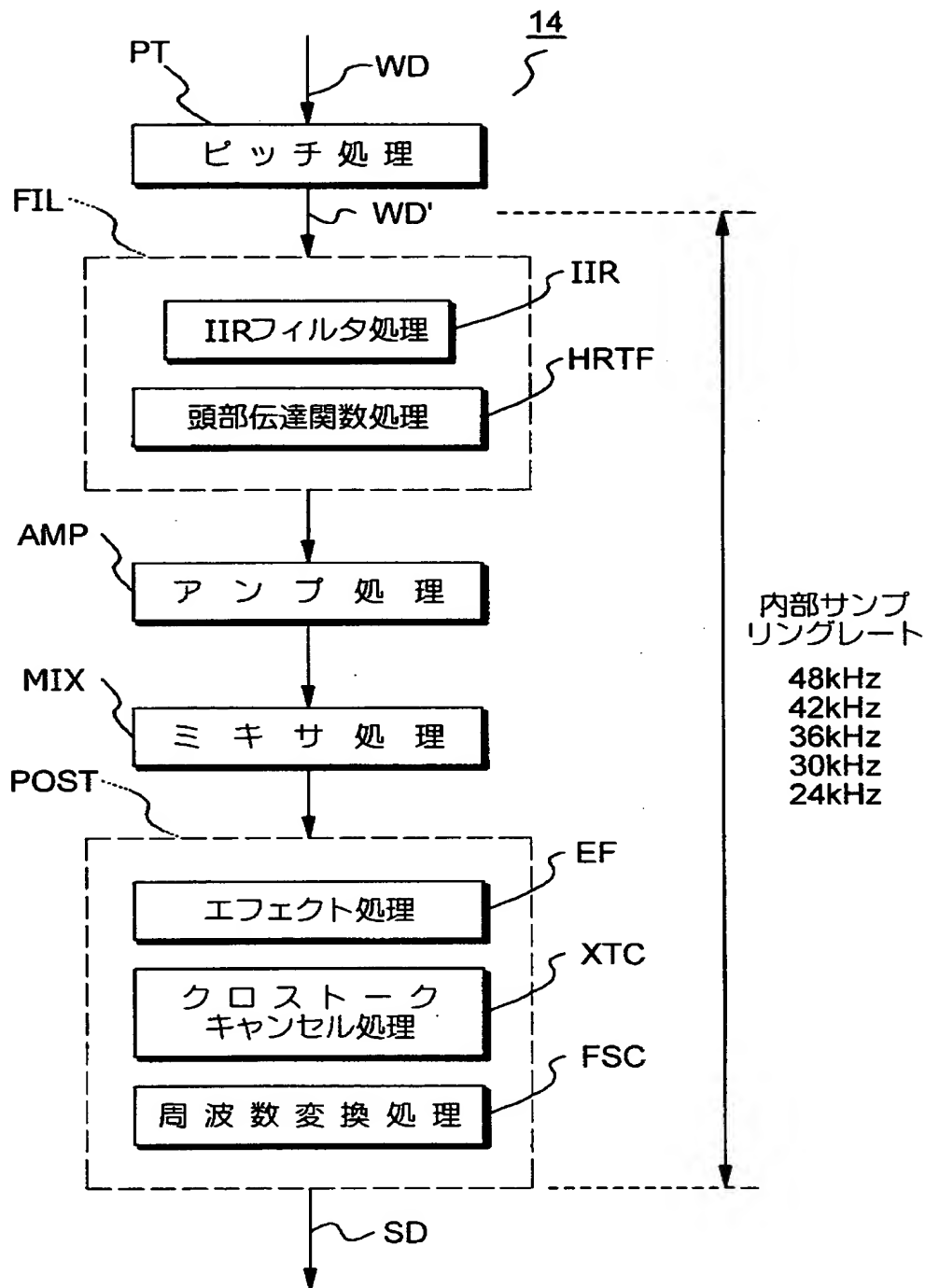
【書類名】 図面

【図 1】

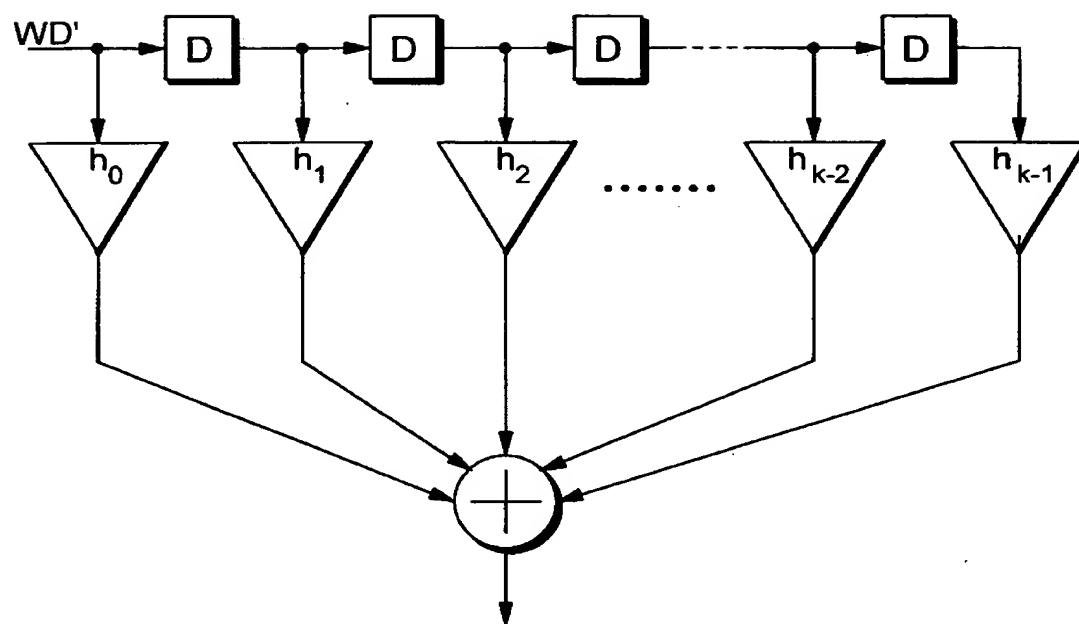




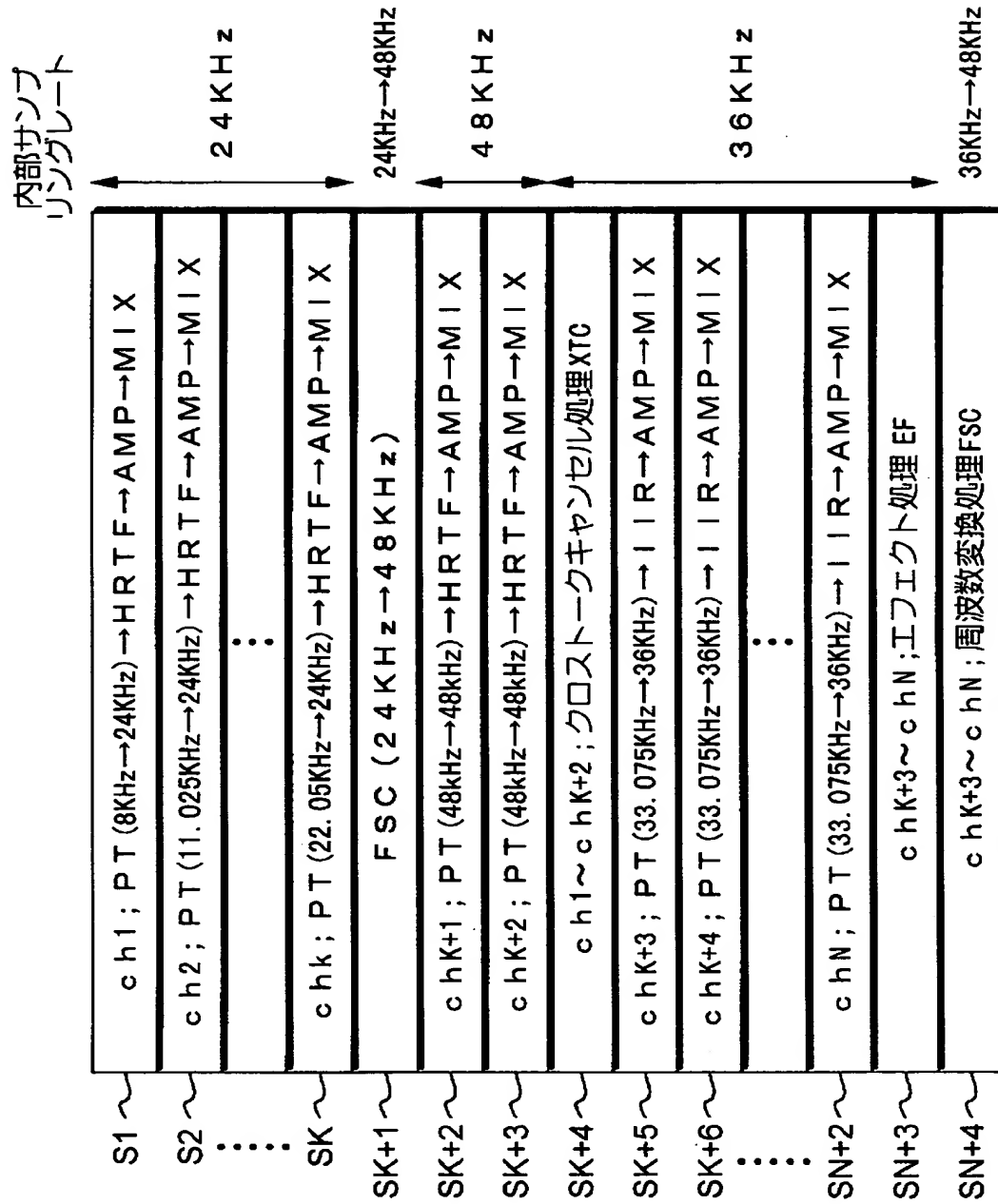
【図 2】



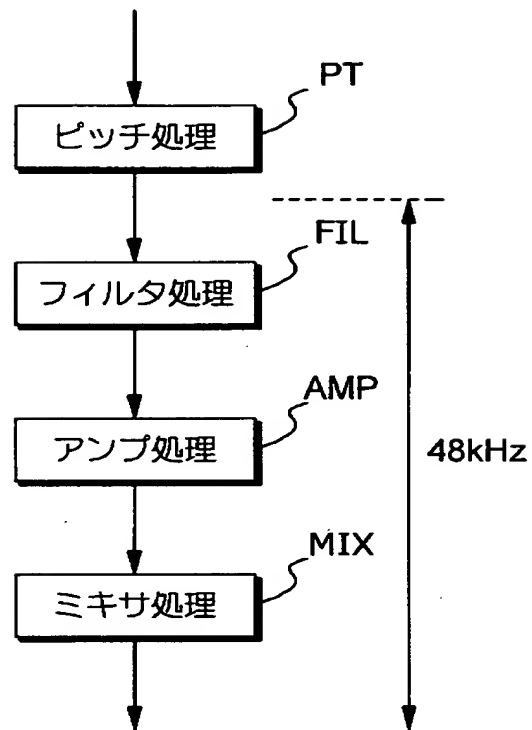
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 処理負荷を削減しつつ、性能の向上を図った音源LSIを提供する。

【解決手段】 ピッチ処理PTでは、波形データWDにピッチ変換を施して波形データWD'を生成する。この場合、内部サンプリングレートの選択は、サンプリングレート情報と各内部サンプリングレートを比較し、その比較結果に基づいて、サンプリングレート情報より高く、且つ、最も近い内部サンプリングレートを選択する。フィルタ処理FIL、アンプ処理AMP、ミキサ処理MIXは内部サンプリングレートに従って実行される。そして、周波数変換処理FSCによって内部サンプリングレートが出力サンプリングレートに変換される。これにより、効率良く演算処理を実行して処理負荷を軽減することが可能となる。

【選択図】 図2

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000004075  
【住所又は居所】 静岡県浜松市中沢町10番1号  
【氏名又は名称】 ヤマハ株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100098084  
【住所又は居所】 東京都中央区日本橋三丁目2番16号 八重洲マ  
ヤビル5階 朝日特許事務所

【氏名又は名称】 川▲崎▼ 研二

【選任した代理人】

【識別番号】 100104798  
【住所又は居所】 東京都中央区日本橋三丁目2番16号 八重洲マ  
ヤビル5階 朝日特許事務所

【氏名又は名称】 山下 智典

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004075]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	静岡県浜松市中沢町10番1号
氏 名	ヤマハ株式会社